高信頼anyCAP™*
200mA ロー・ドロップアウト、リニア電圧レギュレータ

ADP3303

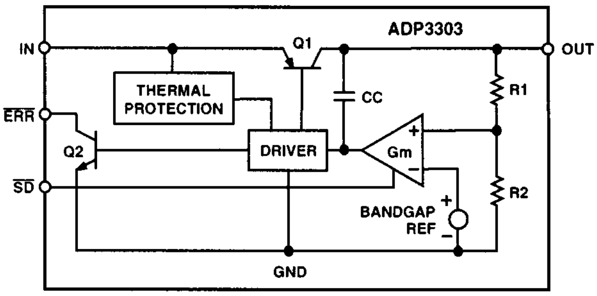
特長
高精度のラインおよび負荷レギュレーション、25℃で±0.8%
　±1.4%　全温度範囲
きわめて低いドロップアウト電圧：200mAで180mV（typ）
安定化のための出力コンデンサは0.47μFのみ
anyCAP™はMLCCを含む全種類のコンデンサで安定
入力電圧レンジ：3.2V～12V
電流、温度上昇制限回路
ロー・ノイズ
ドロップアウト検出回路
低いシャットダウン電流：1μA
温度特性に優れたSO-8パッケージ
優れたラインレギュレーションおよび負荷レギュレーション

アプリケーション
携帯電話
ノートブック、パームトップ・コンピュータ
電池駆動のシステム
携帯機器、携帯装置
スイッチング電源出力のレギュレータ
バーコード・スキャナ

概要
ADP3303はADP330Xファミリの製品で、高精度のロー・ドロップアウトのanyCAP™電圧レギュレータです。ADP3303は斬新な構造、優れた回路、新しいパッケージによって、従来のLDOに比べ傑出した性能をもっています。安定化のために出力に0.47μFのコンデンサをつけるだけという設計はパテントになっています。このデバイスはそのESR（等価直列抵抗）値に関係なく、スペースに制限がある場合によく使われる積層セラミック型（MLCC）も含めて、すべてのキャパシタで安定化します。ADP3303は室温では±0.8%、全動作周囲温度で±1.4%いう優れた精度で、ラインおよび負荷のレギュレーションが可能です。ADP3303のドロップアウト電圧は200mAで、わずか180mV（typ）です。

さらにアナログ・デバイセズ社独自の優れた温度特性をもつパッケージ（サーマル・コーストライン）は新たに開発した構造で、その効果として、外付けのヒートシンクやPCボード上での広い銅表面を使わずに1Wの電力損失を放熱可能です。したがって必要最小限の大きさのPCボードが可能です。ADP3303は携帯機器にとって、たいへん魅力的なデバイスです。

機能ブロック図



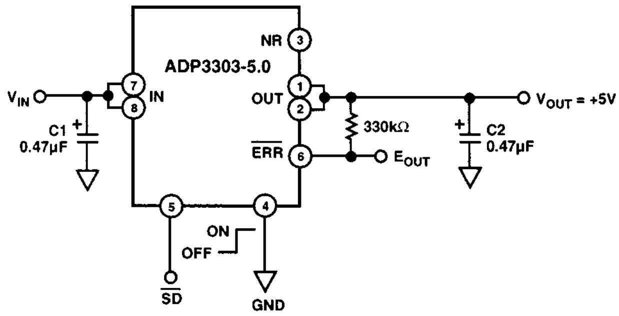


図1．標準的なアプリケーション回路

ADP3303は3.2Vから12Vの広い入力電圧レンジで作動し、200mAを超える負荷電流を出力します。レギュレーション機能を失いそうになったときや、回路がショートしたとき、温度でオーバーロード保護回路が働いた場合に、エラーフラッグが作動します。またシャットダウン機能もあり、ノイズを減少させる方法も選択できます。

ADP330X anyCAP™LDOシリーズは幅広い電圧レンジで電流を出力するレギュレータです。
ADP3300（50mA、23ピンSOT）
ADP3301（100mA）
ADP3302（100mA、デュアル出力）
ADP3307（100mA、SOT-23-6）
ADP3308（50mA、SOT-23-5）
ADP3309（100mA、SOT-23-5）

*anyCAPはアナログ・デバイセズ社の登録商標です。

REV.A

アナログ・デバイセズ株式会社

本　　社／東京都港区海岸１－１６－１　電話03（5402）8200　〒105－6891
ニューピア竹芝サウスタワービル
大阪営業所／大阪市淀川区宮原３－５－３６　電話06（6350）6868㈹　〒532－0003
新大阪第２森ビル

ADP3303-XX—仕様 (特に指定のない限り、T_A=−20℃〜+85℃、V_{IN}=7 V、C_{IN}=0.47 μF、C_{OUT}=0.47 μF)

パラメータ	シンボル	条　　件	Min	Typ	Max	単位
出力電圧の精度	V_{OUT}	V_{IN}=V_{OUT}+0.5 V 〜 12 V(公称値) I_L=0.1 mA 〜 200 mA T_A=+25℃ V_{IN}=V_{OUT}+0.5 V 〜 12 V(公称値) I_L=0.1 mA 〜 200 mA	 −0.8 −1.4		 +0.8 +1.4	 % %
ライン・レギュレーション	$\Delta V_O/\Delta V_{IN}$	V_{IN}=V_{OUT}+0.5 V 〜 12 V (公称値) T_A=+25℃		 0.01		 mV/V
負荷レギュレーション	$\Delta V_O/\Delta I_L$	I_L=0.1 mA 〜 200 mA T_A=+25℃		 0.013		 mV/mA
グラウンド電流	I_{GND}	I_L=200 mA I_L=0.1 mA		1.5 0.25	4 0.4	mA mA
ドロップアウトでのグランド電流	I_{GND}	V_{IN}=2.5 V I_L=0.1 mA		 1.12	 1.6	 mA
ドロップアウト電圧	V_{DROP}	V_{OUT}=V_O (公称値) の98% I_L=200 mA I_L=10 mA I_L=1 mA		 0.18 0.02 0.003	 0.4 0.07 0.03	 V V V
シャットダウン・スレッショルド	V_{THSD}	オン オフ	2.0	0.9 0.9	 0.3	V V
シャットダウン・ピン入力電流	I_{SDIN}	0<$I_{\overline{SD}}$<5 V 5≦$I_{\overline{SD}}$≦12 V, @V_{IN}=12 V			1 22	μA μA
シャットダウン・モードでのグラウンド電流	I_Q	$V_{\overline{SD}}$=0, V_{IN}=12 V T_A=+25℃ $V_{\overline{SD}}$=0, V_{IN}=12 V T_A=+85℃			 1 5	 μA μA
シャットダウン・モードでの出力電流	I_{OSD}	T_A=+25℃, @V_{IN}=12 V T_A=+85℃, @V_{IN}=12 V			2.5 4	μA μA
エラー・ピン出力のリーク電流	I_{EL}	V_{EO}=5 V			13	μA
エラー・ピン"低"出力電圧	V_{EOL}	I_{SINK}=400 μA		0.15	0.3	V
ピーク負荷電流	I_{LDPK}	V_{IN}=V_{OUT} (公称値) +1 V		300		mA
出力ノイズ @5 V出力	V_{NOISE}	f=10 Hz 〜 100 kHz C_{NR}=0 C_{NR}=10 nF, C_L=10 μF		 100 30		 μV rms μV rms

注
通常、周囲温度+85℃で最大出力動作をすると、接合温度は+125℃になります。
仕様は予告なしに変更される場合があります。

絶対最大定格*

入力電源電圧	−0.3 ～ +16V
シャットダウン入力電圧	−0.3 ～ +16V
エラー・フラッグ出力電圧	−0.3 ～ +16V
ノイズ・バイパス・ピン電圧	−0.3 ～ +5V
消費電力	内部にて制限
動作周囲温度範囲	−20℃ ～ +85℃
動作接合部温度範囲	−20℃ ～ +125℃
θ_{JA}	96℃/W
θ_{JC}	55℃/W
保存温度範囲	−65℃ ～ +150℃
ピン温度（10秒間のハンダ付け）	+300℃
気相（60秒）	+215℃
赤外線（15秒）	+220℃

* 上記はストレス定格値です。この絶対最大定格を超えて使用すると、デバイスが永久的なダメージを受けます。

オーダー・ガイド

モデル	出力電圧	パッケージ・オプション*
ADP3303AR-2.7	2.7V	SO-8
ADP3303AR-3	3.0V	SO-8
ADP3303AR-3.2	3.2V	SO-8
ADP3303AR-3.3	3.3V	SO-8
ADP3303AR-5	5.0V	SO-8

他の出力電圧のオプションについてはアナログ・デバイセズにお問い合わせください。
*SO = 小型パッケージ

このほかのanyCAP™ファミリ[1]

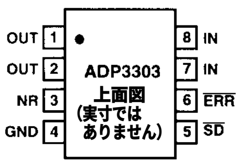
モデル	出力電流	パッケージ・オプション[2]	備考
ADP3300	50mA	SOT-23	高精度
ADP3301	100mA	SO-8	高精度
ADP3302	100mA	SO-8	2回路出力
ADP3307	100mA	SOT-23-6	小型
ADP3308	50mA	SOT-23-5	LP2980の改良版
ADP3309	100mA	SOT-23-5	MIC5205の改良版

注
[1] オーダ情報の詳細については個別のデータ・シートを参照してください。
[2] SO = 小型パッケージ、SOT = 表面実装、TSSOP = 小型・薄型パッケージ

各ピンの信号と機能

ピン	名称	機能
1&2	OUT	レギュレータの出力です。0.47 μFか、それ以上の値のコンデンサを使ってグラウンドにバイパスします。動作を確実にするために、必ずピン1とピン2をショートしてください。
3	NR	ノイズ・リダクションピンです。出力ノイズを減少させるのに使います（後述）。使わない場合は、なにも接続しません。
4	GND	グラウンド・ピン。
5	$\overline{SD}$	アクティブ・ロー・シャットダウンピンです。グラウンドに接続して、レギュレータの出力を無効にします。使わない場合は、入力ピンとショートしてください。
6	$\overline{ERR}$	オープン・コレクタ出力。出力が制御から外れそうになるとローになります。
7&8	IN	レギュレータの入力です。動作を確実にするために、必ずピン1とピン2をショートしてください。

ピン構成



注意
ESD（静電放電）の影響を受けやすいデバイスです。4000 Vもの高圧の静電気が人体やテスト装置に容易に帯電し、検知されることなく放電されることもあります。このADP3303には当社独自のESD保護回路を備えていますが、高エネルギーの静電放電にさらされたデバイスには回復不能な損傷が残ることもあります。したがって、性能低下や機能喪失を避けるために、適切なESD予防措置をとるようお奨めします。



ADP3303—代表的な性能特性

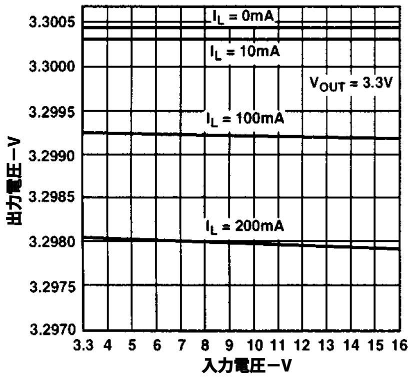


図2．ライン・レギュレーション
出力電圧と供給電圧の関係

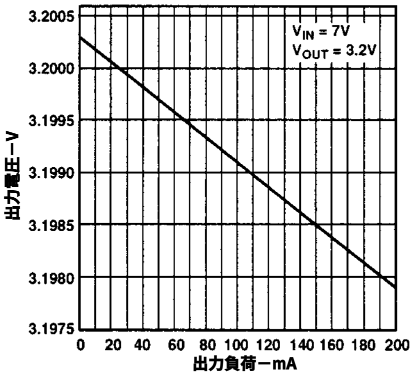


図3．出力電圧と負荷電流の関係

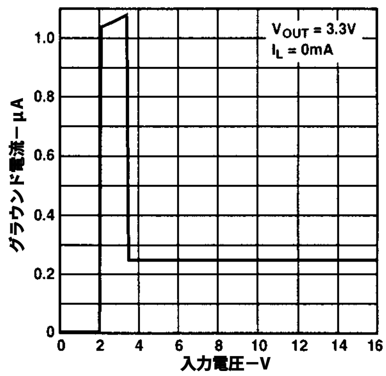


図4．静止電流と供給電圧の関係

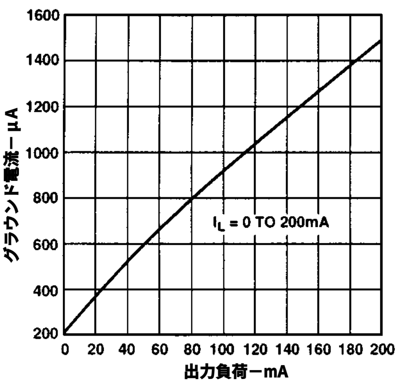


図5．静止電流と負荷電流の関係

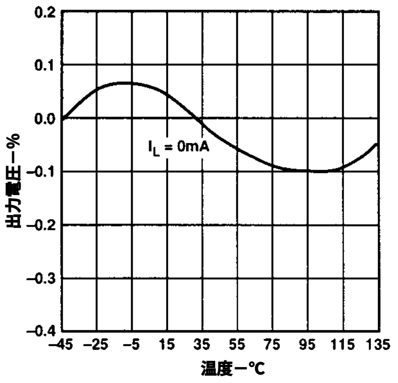


図6．出力電圧変化率（%）と温度の関係

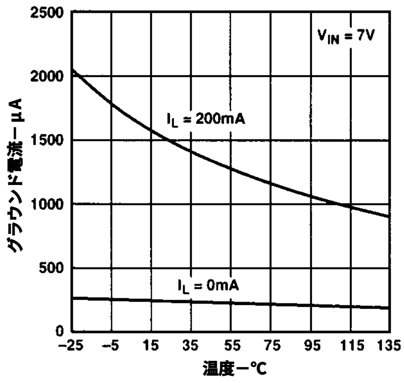


図7．静止電流と温度の関係

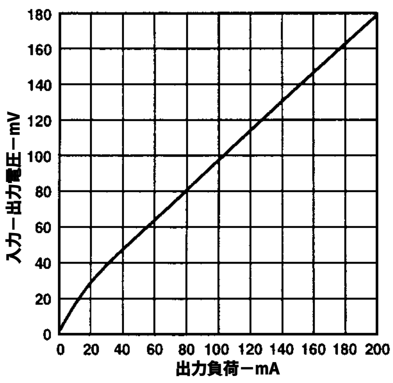


図8．ドロップアウト電圧と
出力電流の関係

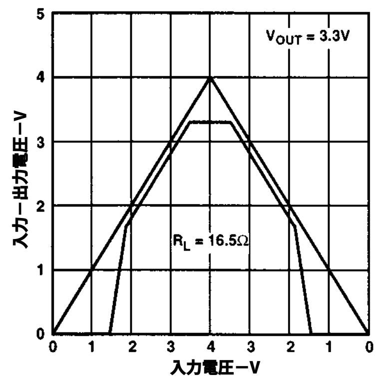


図9．電源オン／電源オフ

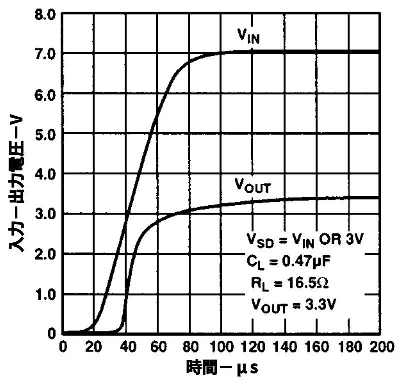


図10．電源オン時のオーバーシュート

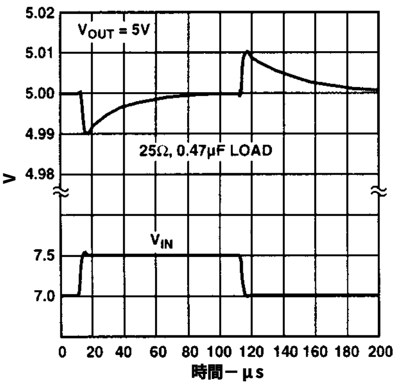


図11．ライン過渡電圧応答

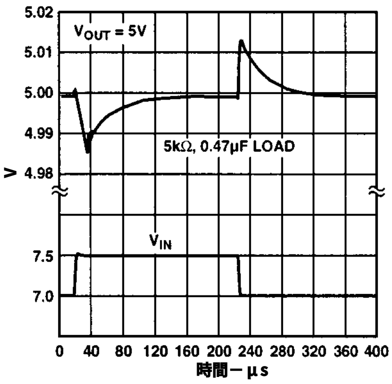


図12．ライン過渡電圧応答

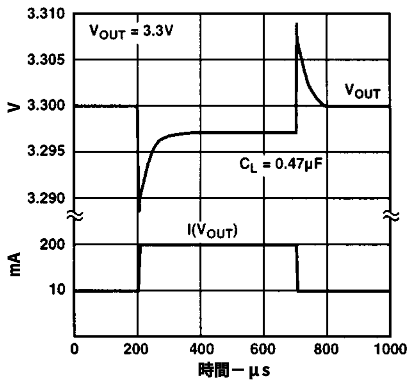


図13． 10mAから200mAのパルスに対する負荷過渡電圧

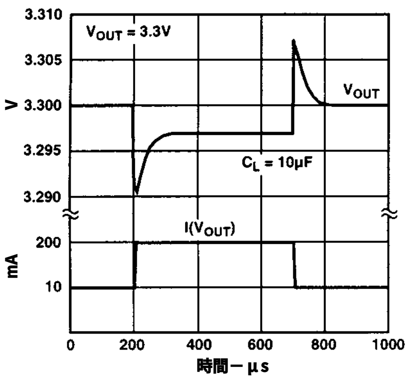


図14．10mAから200mAのパルスに対する負荷過渡電圧

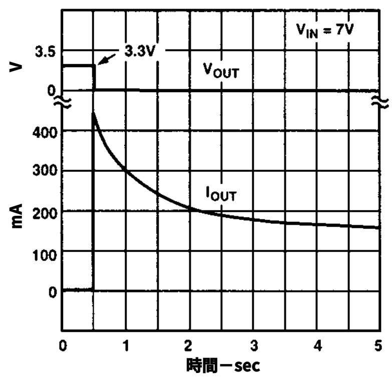


図15．短絡電流

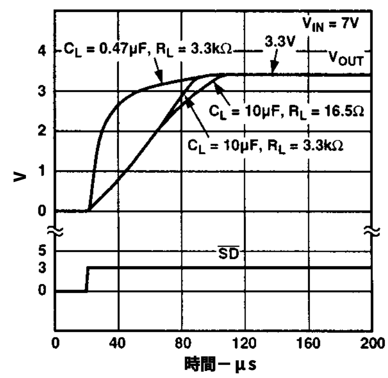


図16．電源オン

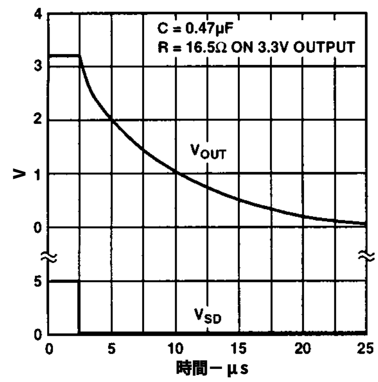


図17．電源オフ

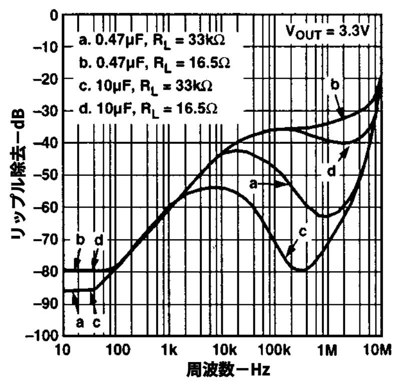


図18．電源リップル除去

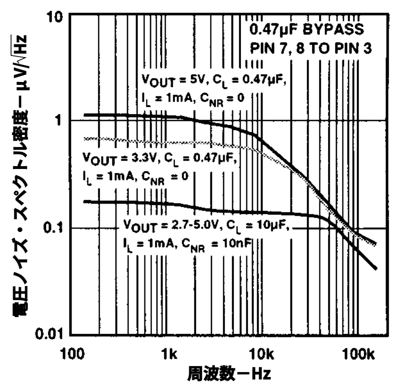


図19．出力ノイズ密度

動作原理

新製品のanyCAP™ LDO ADP3303はレギュレーションおよびリファレンス回路に、シングル・コントロール・ループを採用しています。R1とR2で構成する抵抗電圧デバイダで出力電圧を検出しますが、出力電圧オプションに応じてデバイダは変わります。この回路においてフィードバックは、直列接続のダイオード（D1）と、もうひとつの抵抗デバイダ（R3とR4）を経由してアンプの入力に戻しています。このループをコントロールするのに、ゲインが非常に大きくとれるエラー・アンプを使っています。このアンプは、その温度に比例する入力"オフセット電圧"を頻繁にコントロールすることでバランスを保つよう設計されています。この温度比例のオフセット電圧は、コンプリメンタリ・ダイオード電圧と併せて、"仮想バンドギャップ電圧"になります。しかし、この電圧は回路内に隠れているような電圧で、回路上ではっきりとは確認できません。この設計では、ただ1つのアンプでループのコントロールができ、これはパテントです。さらにこの方法は、ノイズ・ソースをロー・ノイズ設計する場合に常に問題となるトレード・オフに対して、より柔軟に対応ができるため、アンプのノイズ特性が改善します。

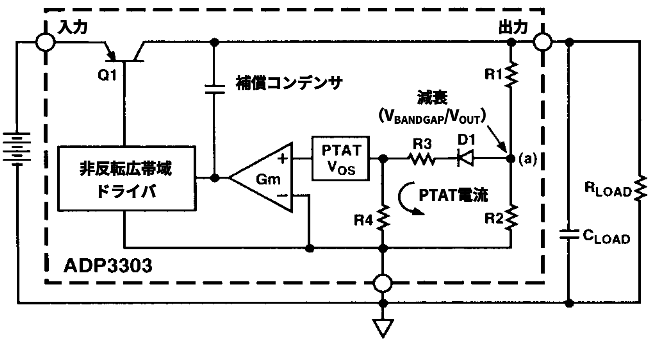


図20．機能ブロック図

デバイダR1、およびR2の値は、バンドギャップ電圧、および出力電圧との比と同じになるようにします。デバイダR1、R2はダイオードD1ともうひとつの抵抗デバイダR3、R4に接続されますが、温度に対して安定な出力が得られるように選びます。このユニークな回路構成は、デバイダのロードを調整することで、従来の回路のベース電流負荷により生じるエラーをなくすというところに特長があります。

パテントをもっているこのアンプは、新たに設計されたユニークなノンインバーティング・ドライバをコントロールします。そしてこのドライバは、パス・トランジスタQ1をドライブします。この特別なノンインバーティング・ドライバを使うと、ポール・スプリッティング・アレンジメントによって、負荷のコンデンサを含めて周波数補償を行うことができます。したがって負荷のコンデンサの値、タイプ、ESRといったパラメータを気にすることなく使用することができます。

多くのLDOは、出力コンデンサのESR値のレンジを厳しく制限します。それは負荷容量や負荷抵抗の値がはっきりしていないため、安定化が難しいからです。さらに、従来のLDOでは一定のESR値が必要であるにもかかわらず、実際は負荷や温度によりその値は変化します。このESRの不明確な特性と温度による大きな変動が、LDOを使った設計をより難しくしています。

しかし新製品ADP3303anyCAP™LDOの登場で、こういった話は過去のものになりました。このデバイスは、ESR値に制限されずに、どんなコンデンサでも使えます。斬新な設計のため、出力に小さい0.47 μFのコンデンサをつけるだけで回路を安定化します。またポール・スプリッティング技術によって、優れたライン・ノイズ除去機能と高レギュレータ・ゲインを実現し、すばらしいラインおよび負荷レギュレーション機能をお約束します。驚くべき±1.4%の精度を、ライン、負荷、温度によることなく保証します。

さらなる特長として、電流制限、温度シャットダウン、ノイズ除去機能があります。従来の回路がレギュレーション機能を失ってから警告するのとは異なり、ADP3303では、デバイスがレギュレーション機能を失う前に$\overline{ERR}$ピンを"on"することで警告するという、より進んだ方法をとっています。

チップの温度が165℃以上になると、回路はソフト温度シャットダウンを作動します。これは$\overline{ERR}$ピンがロジック"low"になり、電流を安全なレベルまで下げます。

ループのゲイン・ノイズを下げるために、メイン・デバイダ回路の"ノード接続点"がノイズ除去ピン（NRピン）に現われているので、小型キャパシタ（10 nF～100 nF）によりバイパスします。

アプリケーション情報

コンデンサの選択：anyCAP™

出力コンデンサ

すべてのマイクロ・デバイスで、出力過渡応答は出力容量で決まります。ADP3303は、コンデンサの容量レンジ、コンデンサのタイプ、ESR値に関係なく、いつも安定です。安定化のために小さい0.47 μFのコンデンサを接続するだけです。出力電流に大きなサージが予想される場合には、もう少し大きいコンデンサを使います。ADP3303は、積層セラミック・コンデンサやOSCONといった、極端にESR値が低いコンデンサ（ESR　0）でも安定して使うことができます。

入力バイパスコンデンサ

入力バイパスコンデンサは必要ありません。ただ、アプリケーションで入力ソースが高インピーダンスの場合、あるいは入力ピンから離れている場合には、入力バイパスコンデンサを取りつけてください。0.47 μFのコンデンサを入力ピン（ピン7とピン8）とグランドの間に接続すると、プリント基板のレイアウトの影響を受けにくくなります。出力コンデンサが大きい場合は、入力コンデンサは1 μF以上にしてください。

ノイズ除去

ノイズ除去コンデンサ（C_{NR}）を使うと、ノイズをさらに6dBから10dB（図21）下げることができます。リークの少ない10nFから100nFを使用すると最も良い結果が得られます。ノイズ除去ピン（NR）は内部で高インピーダンスの"ノード接続点"に接続しているので、他のソースからノイズを拾わないように、"ノード接続点"の接続には十分に注意してください。このピンに接続する回路部品は、できる限り小さいものとします。

プリント基板上のパターンを長く引き回すことは推奨できません。

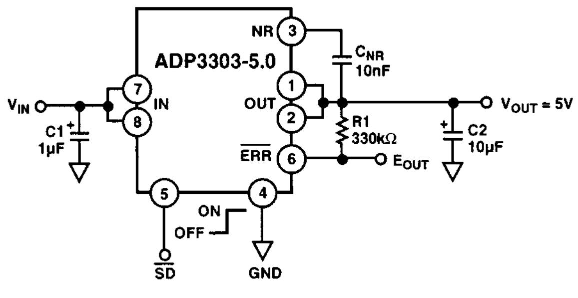


図21．ノイズ除去回路

温度上昇保護

ADP3303は、電力損失超過によるダメージを防ぐために、温度によるオーバ・ロードを防止する保護回路をもっており、165℃を上限温度にしています。ADP3303は極端な状況下、例えば周囲温度が高温で電力損失も大きい状況で、このままでは165℃を超えると判断すると、温度が安全なレベルに下がるまで出力電流を下げます。その後、温度がある程度まで下がると、出力電流はもとの状態に戻ります。

電流および温度の制限回路は、デバイスをオーバー・ロードによるダメージから守るために備えています。通常の動作では、デバイスの電力損失は、接合温度が125℃を超えないように外部的に制限します。

接合温度の計算

デバイスの電力損失は次のように計算します。

$$PD = (V_{IN} - V_{OUT})\, I_{LOAD} + (V_{IN})\, I_{GND}$$

ここで、I_{LOAD}とI_{GND}はロード電流とグランド電流で、V_{IN}とV_{OUT}はそれぞれ入力電圧、出力電圧です。

I_{LOAD}=200 mA、I_{GND}=2 mA、V_{IN}=7 V、V_{OUT}=5.0 Vとすると、このときのデバイスの電力損失は、次の計算になります。

$$PD = (7\,V - 5\,V) \times 200\,mA + (7\,V) \times 2\,mA = 414\,mW$$

ADP3303で使われている独得のパッケージの大きな特長は、温度抵抗値がわずか96℃/Wで、通常のSOIC型8ピンの170℃/Wに比べ大幅に低いことです。

周囲温度に比べ、接合部温度がどれほど上昇するかを計算すると、次のようになります。

$$0.414W \times 96℃/W = 39.7℃$$

接合部の最大制限温度125℃から、周囲温度の超えてはならない最大温度を計算すると、

次のようになります。

$$T_{MAX} = 125℃ - 40℃ = 85℃$$

プリント基板のレイアウトにおける考慮事項

プリント基板上に配置されている各デバイスのパッケージの熱を基板上のパターンに逃がすことです。

通常のパッケージでは、熱を伝導させる主な部品として、ダイ・アタッチ・パッドと各リードの間のプラスチックを利用しています。特に放熱を考えたパッケージでは、複数のリードをダイ・アタッチ・パッドに取りつけ、この部品の数を大きく減らしています。しかし、このような改良があっても、熱を伝導するピンの先には、かなりの大きさの銅面エリアが必要になります。

ADP3303が採用しているパテントの"サーマル・コーストライン・リード・フレーム(図22)"は、温度抵抗に関わる主な部分の値を最小限にした設計になっています。発熱はパッケージのすべてのピンで確実に放熱します。ADP3303はSO-8パッケージでは温度抵抗がわずか96℃/Wで、たいへん低くなっています。特別なプリント基板のレイアウトを必要とせず、通常のパターンで十分です。ADP3303のV_{IN}ピンに数平方センチの銅面エリアを取りつけると、温度抵抗はさらに10%ほど下がります。

ADP3303のピン近くの基板パターンに、ソルダー・マスクや、シルクスクリーンは使わないでください。パッケージの接合部と周囲間の温度抵抗を上げることになるからです。

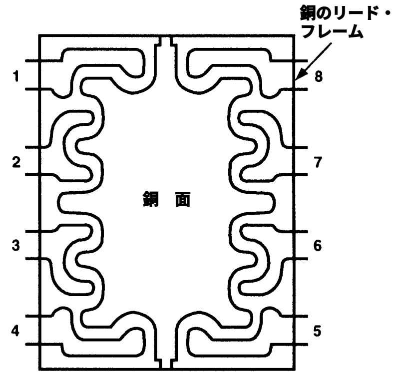


図22．サーマル・コーストライン

エラーフラッグ・ドロップアウト検出器

ADP3303は広い範囲の負荷入力電圧、温度範囲にわたって出力電圧を保つことかできます。しかし、供給電圧が出力電圧とドロップアウト電圧の合計電圧より下り出力電圧のレギュレーション機能を失いそうになると、$\overline{ERR}$すなわちフラッグを作動させます。$\overline{ERR}$出力はオープン・コレクタで、ローになります。

いったんこの状態になると、$\overline{ERR}$つまりフラッグのヒステリシスによって電源電圧が上がるか、あるいは負荷が下がるかで、正常動作範囲にもどるまで低出力のままです。

シャットダウン・モード

シャットダウン・ピンにTTL"high"信号をかけるか、入力ピンにつなぐと、出力が"ON"になります。シャットダウン・ピンの電圧を0.3 V以下にするか、グランドにつなぐと、出力は"OFF"になります。シャットダウン・モードでは、静止電流を1μAよりもずっと低くなります。

アプリケーション回路

クロスオーバ・スイッチ

図23は、2個のADP3303を使った混合電圧供給システムです。外部入力のデジタル信号で、2つの出力電圧レベルの切り換えを行います。オーダ・ガイドに記載している電圧で、どの組み合わせでも可能です。

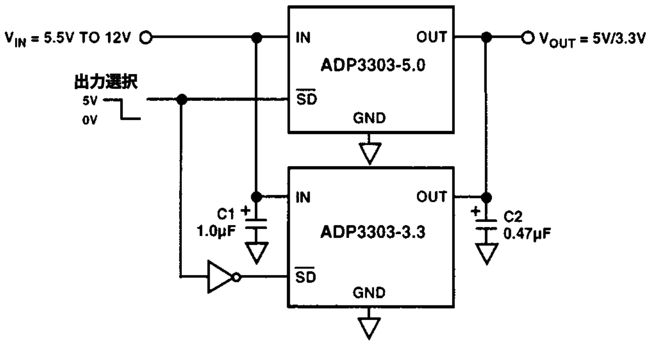


図23．クロスオーバ・スイッチ

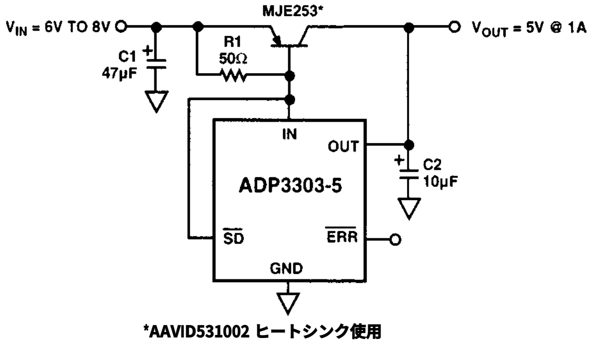


図24．高出力電流リニア・レギュレータ

出力電流の増加法

ADP3303はヒートシンクやパス・トランジスタなしで、200 mAの電流源になります。さらに高電流が必要なときには、適切なパス・トランジスタを使ってください。図24に示した回路では、1 Aの出力電流です。

定ドロップアウト・ポスト・レギュレータ

図25は、あらゆるレギュレータの出力を、高精度で、ロー・ドロップアウトにする回路です。スイッチング・レギュレータの定ドロップアウト電圧でのリップルを、大幅に取り除きます。このときのLDOの電力損失は60 mW以下です。この回路で使われているADP3303は、ステップアップ構成のスイッチング・レギュレータとして使われています。

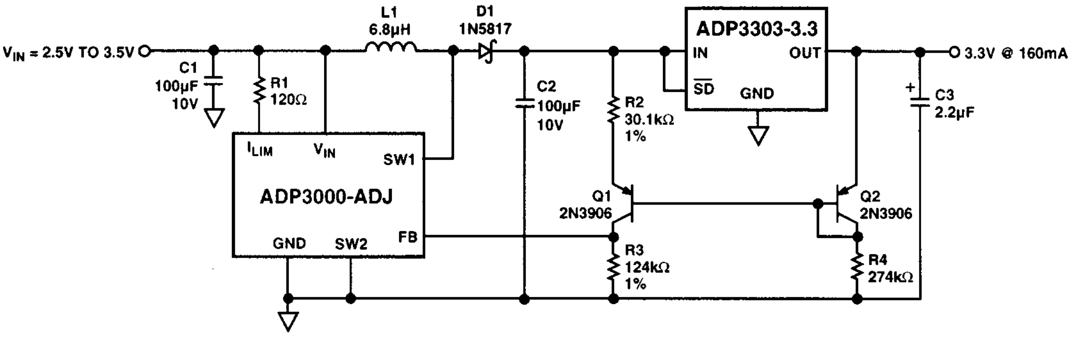
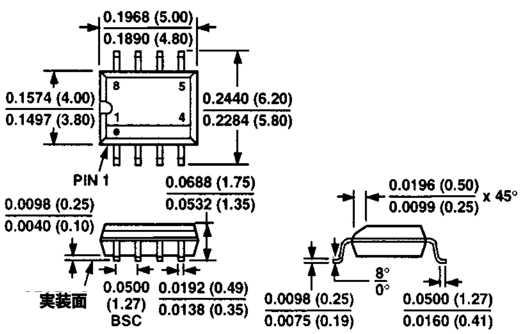


図25．定ドロップアウト・ポスト・レギュレータ

外形寸法
サイズはインチと（mm）で示します。
8-ピン小型パッケージIC
（SO-8）



D1164-2.7-4/99,1A

PRINTED IN JAPAN